

## \* NOTICES \*

JP2003 - 95736

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Dielectric porcelain to which it consists of rare earth elements (Ln) and the polycrystalline substance which makes a principal component the oxide containing aluminum, M (M is calcium and/or Sr), and Ti, and the content of Si, Fe, and Zr is characterized by being 0.001 – 0.8 % of the weight by Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> conversion 0.001 to 0.02% of the weight by SiO<sub>2</sub> conversion at least as a metallic element at 0.001 – 0.02-% of the weight, and ZrO<sub>2</sub> conversion, respectively.

[Claim 2] Dielectric porcelain according to claim 1 characterized by Si existing in the grain boundary.

[Claim 3] Rare earth elements (Ln), and aluminum, M (M is calcium and/or Sr) and Ti are contained at least as a metallic element, and it is an empirical formula  $aLn_2O_x - bAl_2O_3$  and  $cMO - dTiO_2$  (however,  $3 \leq x \leq 4$ )

Dielectric porcelain given in either of the claims 1 and 2 to which a, b, c, and d are characterized by satisfying  $0.056 \leq a \leq 0.2140.056$   $0 \leq b \leq 0.2140.286$   $0 \leq c \leq 0.5000.230$   $0 \leq d \leq 0.470$   $a+b+c+d=1$  when expressed.

[Claim 4] Dielectric porcelain according to claim 1 to 3 characterized by containing at least one sort in Mn, W, Nb, and Ta a total of 0.01 to 3% of the weight as a metallic element by 2OMnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> conversion.

[Claim 5] The manufacture method of the dielectric porcelain characterized by providing the following. Si — Fe — and — Zr — a content — respectively — SiO<sub>2</sub> — two — conversion — 0.001 — — — 0.02 — % of the weight — Fe — two — O — three — conversion — 0.001 — — — 0.02 — % of the weight — and — ZrO<sub>2</sub> — two — conversion — 0.001 — — — 0.8 — % of the weight — containing — rare earth elements — (— Ln —) — an oxide — aluminum — an oxide — M (M is calcium and/or Sr) — an oxide — and — Ti — an oxide — inside — The process which carries out temporary quenching using the bowl which I will make fix and will cook rare earth elements (Ln) and the oxide containing at least two or more sorts in aluminum, M (M is calcium and/or Sr), and Ti. The process which reduces Fe and Fe compound which are contained in the raw material fine particles before fabrication. The process which calcinates Si in the gas which is not included substantially.

[Claim 6] The dielectric resonator characterized by coming to arrange dielectric porcelain according to claim 1 to 4, and making it operate by electromagnetic-field combination between the input/output terminals of a couple.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-95736

(P 2003-95736 A)

(43) 公開日 平成15年4月3日 (2003. 4. 3)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 0 4 B 35/46		C 0 4 B 35/46	C 4G031
H 0 1 B 3/12	3 0 4	H 0 1 B 3/12	3 0 4 5G303
	3 2 6		3 2 6 5J006
	3 3 5		3 3 5
H 0 1 P 7/10		H 0 1 P 7/10	
審査請求 未請求 請求項の数 6	O L	(全 1 0 頁)	

(21) 出願番号 特願2001-285052 (P2001-285052)

(22) 出願日 平成13年9月19日 (2001. 9. 19)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 大川 善裕

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式

会社鹿児島国分工場内

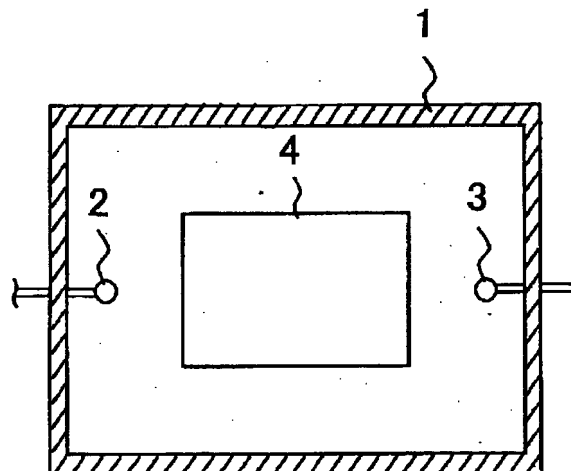
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体磁器とその製造方法及びこれを用いた誘電体共振器

(57) 【要約】

【課題】 高周波領域で高 $\epsilon_r$ 、高Q値、かつ共振周波数の温度係数 $\tau_f$ の絶対値が小さい誘電体磁器を得る。

【解決手段】 金属元素として少なくとも希土類元素 (Ln)、Al、M (MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有する酸化物を主成分とする多結晶体からなり、Si、FeおよびZrを所定量含有する。

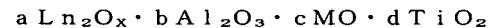


## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】金属元素として少なくとも希土類元素（Ln）、Al、M（MはCaおよび／またはSr）、及びTiを含有する酸化物を主成分とする多結晶体からなり、Si、FeおよびZrの含有量がそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.001～0.02重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001～0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001～0.8重量%であることを特徴とする誘電体磁器。

【請求項 2】Siが結晶粒界に存在することを特徴とする請求項 1 に記載の誘電体磁器。

【請求項 3】金属元素として少なくとも希土類元素（Ln）、Al、M（MはCaおよび／またはSr）、及びTiを含有し、組成式を



（但し、 $3 \leq x \leq 4$ ）

と表したときa、b、c、dが、

$$0.056 \leq a \leq 0.214$$

$$0.056 \leq b \leq 0.214$$

$$0.286 \leq c \leq 0.500$$

$$0.230 < d < 0.470$$

$$a + b + c + d = 1$$

を満足することを特徴とする請求項 1、2 のいずれかに記載の誘電体磁器。

【請求項 4】金属元素としてMn、W、NbおよびTaのうち少なくとも1種をMnO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>換算で合計0.01～3重量%含有することを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の誘電体磁器。

【請求項 5】Si、FeおよびZrの含有量がそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.001～0.02重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001～0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001～0.8重量%含有する希土類元素（Ln）酸化物、Al酸化物、M（MはCaおよび／またはSr）酸化物、及びTi酸化物のうち少なくとも2種以上からなる原料を陽イオン金属濃度が0.001重量%以下の水を用いて湿式粉碎する工程と、希土類元素（Ln）、Al、M（MはCaおよび／またはSr）、及びTiのうち少なくとも2種以上を含む酸化物を固着させたこう鉢を用いて仮焼する工程と、成形前の原料粉体に含まれるFeおよびFe化合物を低減させる工程と、Siを実質的に含まないガス中で焼成する工程とを含むことを特徴とする誘電体磁器の製造方法。

【請求項 6】一対の入出力端子間に請求項 1～4 のいずれかに記載の誘電体磁器を配置してなり、電磁界結合により作動するようにしたことを特徴とする誘電体共振器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波、ミリ

波等の高周波領域において、高い比誘電率 $\epsilon_r$ 、共振の先鋭度Q値を有する誘電体磁器及び誘電体共振器に関し、例えば前記高周波領域において使用される種々の共振器用材料やMIC（Monolithic IC）用誘電体基板材料、誘電体導波路用材料や積層型セラミックコンデンサー等に使用される誘電体磁器及びこれを用いた誘電体共振器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】誘電体磁器は、マイクロ波やミリ波等の高周波領域において、誘電体共振器、MIC用誘電体基板や導波路等に広く利用されている。その要求される特性としては、（1）誘電体中では伝搬する電磁波の波長が $(1/\epsilon_r)^{1/2}$ に短縮されるので、小型化の要求に対して比誘電率が大きいこと、（2）高周波領域での誘電損失が小さいこと、すなわち高Qであること、（3）共振周波数の温度に対する変化が小さいこと、即ち比誘電率 $\epsilon_r$ の温度依存性が小さく且つ安定であること、以上の3特性が主として挙げられる。

【0003】このような誘電体磁器として、例えば特開平4-118807号公報にはCaO-TiO<sub>2</sub>-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-DO（DはZn、Mg、Co、Mn等）系からなる誘電体磁器が示されている。しかし、この誘電体磁器では、1GHzに換算した時のQ値が1600～2500程度と低く、共振周波数の温度係数 $\tau_f$ が215～835ppm/℃程度と大きいため、Q値を向上させ、かつ $\tau_f$ を小さくするという課題があった。

【0004】そこで、本出願人は、LnAlCaTi系の誘電体磁器（特開平6-76633号公報参照、Lnは希土類元素）、LnAlSrCaTi系の誘電体磁器（特開平11-278927号参照）およびLnAlCaSrBaTi系の誘電体磁器（特開平11-106255号参照）を提案した。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、LnAlCaTi系誘電体磁器（特開平6-76633号公報参照、Lnは希土類元素）では、比誘電率 $\epsilon_r$ が30～47の範囲においてQ値が20000～58000であり、場合によってはQ値が35000より小さくなるのでQ値を向上させる必要があるという課題があった。

【0006】また、LnAlSrCaTi系の誘電体磁器（特開平11-278927号参照）では比誘電率 $\epsilon_r$ が30～48の範囲においてQ値が20000～75000であり、同様に場合によってはQ値が35000より小さくなるのでQ値を向上させる必要があるという課題があった。

【0007】さらに、LnAlCaSrBaTi系の誘電体磁器（特開平11-106255号参照）では、比誘電率 $\epsilon_r$ が31～47でQ値が30000～68000であり、同様に場合によってはQ値が35000より小さくなるのでQ値を向上させる必要があるという課題

があった。

【0008】本発明は、上記事情に鑑みて完成されたもので、その目的は比誘電率 $\epsilon_r$ が30~48の範囲においてQ値43000以上、特に $\epsilon_r$ が40以上の範囲においてQ値が46000以上と高く、かつ比誘電率 $\epsilon_r$ の温度依存性が小さくかつ安定である誘電体磁器及び誘電体共振器を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の誘電体磁器は、金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有する酸化物を主成分とする多結晶体からなり、Si、FeおよびZrの含有量がそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.001~0.02重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001~0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001~0.8重量%であることを特徴とする。

【0010】また、本発明の誘電体磁器はSiが結晶粒界に存在することを特徴とする。

【0011】さらに、前記の誘電体磁器は、金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有し、組成式を $aLn_2O_x \cdot bAl_2O_3 \cdot cMO \cdot dTiO_2$  (但し、 $3 \leq x \leq 4$ )

と表したときa、b、c、dが、

$0.056 \leq a \leq 0.214$

$0.056 \leq b \leq 0.214$

$0.286 \leq c \leq 0.500$

$0.230 < d < 0.470$

$a + b + c + d = 1$

を満足することを特徴とする。

【0012】また、金属元素としてMn、W、NbおよびTaのうち少なくとも1種を合計でMnO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>換算で0.01~3重量%含有することを特徴とする。

【0013】また、本発明の誘電体の磁器の製造方法は、Si、FeおよびZrの含有量がそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.001~0.02重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001~0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001~0.8重量%含有する希土類元素(Ln)酸化物、Al酸化物、M(MはCaおよび/またはSr)酸化物、及びTi酸化物のうち少なくとも2種以上からなる原料を陽イオン金属濃度が0.001重量%以下の水を用いて湿式粉碎する工程と、希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiのうち少なくとも2種以上を含む酸化物を固着させたこう鉢を用いて仮焼する工程と、成形前の原料粉体中に含まれるFeおよびFe化合物を低減させる工程と、Siを実質的に含まないガス中で焼成する工程とを含むことを特徴とする。

【0014】さらに、本発明の誘電体共振器は、一対の

入出力端子間に上記誘電体磁器を配置し、電磁界結合により作動する誘電体共振器を構成したものである。

【0015】

【作用】本発明の誘電体磁器では金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有する酸化物を主成分とする多結晶体からなり、Si、FeおよびZrの含有量をそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.02重量%以下、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001~0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001~0.8重量%とすることによりQ値を向上させることができる。

【0016】なお、本発明の誘電体磁器は、Si、FeおよびZrの含有量がそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.001~0.02重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001~0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001~0.8重量%含有する希土類元素(Ln)酸化物、Al酸化物、M(MはCaおよび/またはSr)酸化物、及びTi酸化物のうち少なくとも2種以上からなる原料を陽イオン金属濃度が0.001重量%以下の水を用いて湿式粉碎する工程と、希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiのうち少なくとも2種以上を含む酸化物を固着させたこう鉢を用いて仮焼する工程と、成形前の原料粉体中に含まれるFeおよびFe化合物を低減させる工程と、Siを実質的に含まないガス中で焼成する工程とを含む製造方法により、希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有するペロブスカイト型結晶の結晶構造を規則化とすることができ、これによって高いQ値を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明について以下に説明する。

【0018】本発明における誘電体磁器とは、未焼結体を成形し、焼成して得られる多結晶焼結体のことを意味している。そして、Q値を高くするためには、金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有する酸化物からなり、Si、FeおよびZrの含有量がそれぞれSiO<sub>2</sub>換算で0.001~0.02重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001~0.02重量%およびZrO<sub>2</sub>換算で0.001~0.8重量%であることが重要である。

【0019】ここで、本発明の誘電体磁器が金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有する酸化物を主成分とする多結晶体からなるということは、前記多結晶を構成する各結晶が希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有する酸化物からなるということである。

【0020】本発明の誘電体磁器に含有される希土類元素(Ln)はY、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、ErおよびYbの酸化物

のうち少なくとも1種以上からなることが望ましい。Q値を高くするためには希土類元素はLa、Nd、Sm、Eu、Gd、Dyのうち少なくとも1種以上からなることが好ましい。さらにQ値を高くするためには希土類元素はLa、Nd、Smのうち少なくとも1種以上からなることが特に望ましい。本発明においてQ値を高くするためには希土類元素のうちLaが最も好ましい。

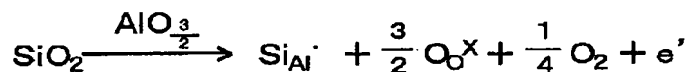
【0021】本発明の誘電体磁器に含まれる結晶のうち、金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含む酸化物を主成分とする前記多結晶の割合は、90体積%以上であることが望ましい。

【0022】また、本発明の誘電体磁器は、金属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiをそれぞれLnO<sub>(x+3)/2</sub> (3 ≤ x ≤ 4)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MO(MはCaおよび/またはSr)、及びTiO<sub>2</sub>換算で合計85重量%以上含有することが望ましい。

【0023】前記主成分からなる結晶はLnAlO<sub>(x+3)/2</sub> (3 ≤ x ≤ 4)とMTiO<sub>3</sub>(MはCaおよび/またはSr)との固溶体からなるペロブスカイト型結晶であることが望ましく、例えば、NdAlO<sub>3</sub>、SmAlO<sub>3</sub>、LaAlO<sub>3</sub>のうち少なくとも1種と、CaTiO<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>のうち少なくとも1種との固溶体からなる。

【0024】本発明の誘電体磁器においてSi、FeおよびZrの含有量をそれぞれ上記の範囲に限定した理由は以下の通りである。

【0025】SiをSiO<sub>2</sub>換算で0.001~0.02重量%以下含有するのは、0.001重量%未満であると焼結しにくいからであり、SiO<sub>2</sub>換算で0.02 \*



【0031】化1より、Alよりも原子価の大きなSiがn型のドナーとして作用し、電子が放出されることがわかる。これによって誘電体磁器の導電率が大きくなり、その結果Q値が低下するものと考えられる。Siが例えばLaサイトやCaサイトに固溶する場合も同様に誘電体磁器の導電率が大きくなり、Q値が低下するものと考えられる。一方、Siが結晶粒界に存在する場合は、他の元素へ固溶しにくいから、上述したような電子の放出が起こらないためQ値が低下しないものと考えられる。

【0032】本発明の誘電体磁器の粒界にSiが存在する場合は、透過電子顕微鏡、制限視野電子回折像による解析およびエネルギー分散型X線分光分析(EDS分析)、微小X線回折法などを用いてSiの存在を確認することができる。

【0033】さらに、本発明における誘電体磁器は、金

\*重量%より多いとQ値が低下するからである。Q値を向上させるためにはSi量の上限はSiO<sub>2</sub>換算で0.01重量%が望ましい。

【0026】FeをFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.001~0.02重量%含有するのは、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が0.001重量%未満にすることは実質的に困難であるためであり、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が0.02重量%より多いとQ値が低下するからである。Q値を向上させるためにはFe量の上限はFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算で0.01重量%が望ましい。

【0027】ZrをZrO<sub>2</sub>換算で0.001~0.8重量%含有するのは、ZrO<sub>2</sub>が0.001重量%未満であるとQ値が高くかつ安価な誘電体磁器を得ることが困難であるからであり、ZrO<sub>2</sub>が0.8重量%より多いとQ値が低下するからである。Q値を向上させるためにはZr量の上限はZrO<sub>2</sub>換算で0.4重量%が望ましく、Zr量の下限はZrO<sub>2</sub>換算で0.01重量%が望ましい。

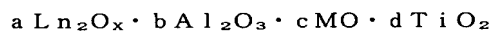
【0028】また、本発明の誘電体磁器はSiが結晶粒界に存在することが好ましい。Siが結晶粒界に存在すると特にQ値を向上させることができる。前記結晶粒界とは本発明の誘電体磁器の主結晶相からなる結晶の粒界を意味している。本発明の誘電体磁器において結晶粒界にSiが存在すると特にQ値を高くすることができる理由は次の様に考えられる。

【0029】上述した様に本発明の誘電体磁器の主結晶相は、前記固溶体からなるペロブスカイト型結晶からなる。例えば前記固溶体からなるペロブスカイト型結晶に含まれるAlサイトにSiが固溶する場合の欠陥方程式は例えば化1の様に表示されると考えられる。

【0030】

【化1】

属元素として少なくとも希土類元素(Ln)、Al、M(MはCaおよび/またはSr)、及びTiを含有し、組成式を



(但し、3 ≤ x ≤ 4)

と表したときa、b、c、dが、

$$0.056 \leq a \leq 0.214$$

$$0.056 \leq b \leq 0.214$$

$$0.286 \leq c \leq 0.500$$

$$0.230 < d < 0.470$$

$$a + b + c + d = 1$$

を満足することが重要である。

【0034】本発明の誘電体磁器において、各成分のモル比a、b、c、dを上記の範囲に限定した理由は以下の通りである。

【0035】即ち、0.056 ≤ a ≤ 0.214とした

のは、 $0.056 \leq a \leq 0.214$  の場合、 $\epsilon_r$  が大きく、 $Q$  値が高く、共振周波数の温度係数  $\tau_f$  の絶対値が小さくなるからである。特に、 $a$  の下限は  $0.078$  が好ましく、 $a$  の上限は  $0.1866$  が好ましい。

【0036】  $0.056 \leq b \leq 0.214$  としたのは、 $0.056 \leq b \leq 0.214$  の場合、 $\epsilon_r$  が大きく、 $Q$  値が高く、 $\tau_f$  の絶対値が小さくなるからである。特に、 $b$  の下限は  $0.078$  が好ましく、 $b$  の上限は  $0.1866$  が好ましい。

【0037】  $0.286 \leq c \leq 0.500$  としたのは、 $0.286 \leq c \leq 0.500$  の場合、 $\epsilon_r$  が大きく、 $Q$  値が高く、 $\tau_f$  の絶対値が小さくなるからである。特に、 $c$  の下限は  $0.330$  が好ましく、 $c$  の上限は  $0.470$  が好ましい。

【0038】  $0.230 < d < 0.470$  としたのは、 $0.230 < d < 0.470$  の場合、 $\epsilon_r$  が大きく、 $Q$  値が高く、 $\tau_f$  の絶対値が小さくなるからである。特に、 $d$  の下限は  $0.340$  が好ましく、 $d$  の上限は  $0.450$  が好ましい。

【0039】 本発明においては  $Q$  値を高くするためには  $0.75 \leq (b+d)/(a+c) \leq 1.25$  が好ましい。さらに  $Q$  値を高くするためには  $(b+d)/(a+c)$  の下限は  $0.85$  が特に好ましく、 $(b+d)/(a+c)$  の上限は  $1.15$  が特に好ましい。

【0040】 さらに、本発明の誘電体磁器は金属元素として  $Mn$ 、 $W$ 、 $Nb$  および  $Ta$  のうち少なくとも 1 種以上を  $MnO_2$ 、 $WO_3$ 、 $Nb_2O_5$  および  $Ta_2O_5$  換算で  $0.01 \sim 3$  重量% 含有するものである。 $Mn$ 、 $W$  および  $Ta$  のうち少なくとも 1 種以上を  $MnO_2$ 、 $WO_3$ 、 $Nb_2O_5$  および  $Ta_2O_5$  換算で  $0.01 \sim 3$  重量% 含有するの、 $0.01 \sim 3$  重量% 含有すると著しく  $Q$  値が向上するからである。 $Q$  値を高くするためには  $Mn$ 、 $W$ 、 $Nb$  および  $Ta$  のうち少なくとも 1 種を全量中  $MnO_2$ 、 $WO_3$ 、 $Nb_2O_5$  および  $Ta_2O_5$  換算で特に  $0.02 \sim 2$  重量% 含有することが好ましく、特に  $Mn$  を  $MnO_2$  換算で  $0.02 \sim 0.5$  重量% 含有することが好ましい。

【0041】 また、 $Mn$ 、 $W$ 、 $Nb$  および  $Ta$  を  $MnO_2$ 、 $WO_3$ 、 $Nb_2O_5$  および  $Ta_2O_5$  換算で  $0.01 \sim 3$  重量% 含有することにより  $Q$  値が高くなるのは、本発明の誘電体磁器に含まれる酸素欠陥が減少するためであると考えられる。

【0042】 本発明の誘電体磁器の製造方法は具体的には、例えば以下の工程 (1a) ～ (8a) から成る。

【0043】 (1a) 出発原料として、高純度の、少なくとも 1 種の稀土類元素酸化物  $Ln_2O_x$  (但し、 $3 \leq x \leq 4$ )、酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) の各粉末を用いて、所望の割合となるように秤量後、純水を加え、この混合原料の平均粒径が  $2.0 \mu m$  以下となるまで  $1 \sim 100$  時間、ジルコニアボールを使用したボールミルによ

り、陽イオン金属濃度が  $0.001$  重量% 以下である水を用いて湿式混合及び粉碎を行う。前記稀土類元素酸化物  $Ln_2O_x$  (但し、 $3 \leq x \leq 4$ ) および酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) は  $Si$  および  $Fe$  をそれぞれ  $SiO_2$  換算で  $0.001 \sim 0.02$  重量% および  $Fe_2O_3$  換算で  $0.001 \sim 0.02$  重量% 含有する原料を用いる。

【0044】 (2a) (1a) で得られた混合物を乾燥後、希土類元素 ( $Ln$ )、 $Al$ 、 $M$  ( $M$  は  $Ca$  および/または  $Sr$ )、及び  $Ti$  のうち少なくとも 2 種以上を含む酸化物を表面に固着させたこう鉢を用いて  $1000 \sim 1300^\circ C$  で  $1 \sim 10$  時間仮焼し、 $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) を主結晶相とする仮焼物を得る。

【0045】 (3a) 同様に、炭酸カルシウム ( $CaCO_3$ )、炭酸ストロンチウム ( $SrCO_3$ ) および酸化チタン ( $TiO_2$ ) の各粉末を用いて、所望の割合となるように秤量後、純水を加え、混合原料の平均粒径が  $2.0 \mu m$  以下となるまで  $1 \sim 100$  時間、ジルコニアボールを使用したボールミルにより湿式混合及び粉碎を行う。炭酸カルシウム ( $CaCO_3$ )、炭酸ストロンチウム ( $SrCO_3$ ) および酸化チタン ( $TiO_2$ ) は  $Si$  および  $Fe$  をそれぞれ  $SiO_2$  換算で  $0.001 \sim 0.02$  重量% および  $Fe_2O_3$  換算で  $0.001 \sim 0.02$  重量% 含有する原料を用い、前記水は陽イオン金属濃度が  $0.001$  重量% 以下である水を用いる。

【0046】 (4a) (3a) で得られた混合物を乾燥後、希土類元素 ( $Ln$ )、 $Al$ 、 $M$  ( $M$  は  $Ca$  および/または  $Sr$ )、及び  $Ti$  のうち少なくとも 2 種以上を含む酸化物を表面に固着させたこう鉢を用いて  $1000 \sim 1300^\circ C$  で  $1 \sim 10$  時間仮焼し、 $MTiO_3$  ( $M$  は  $Ca$  および/または  $Sr$ ) を主結晶相とする仮焼物を得る。

【0047】 (5a) 得られた  $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) を主結晶相とする仮焼物と、 $MTiO_3$  を主結晶相とする仮焼物とを所定の割合で混合し、この混合原料の平均粒径が  $2.0 \mu m$  以下となるまで  $1 \sim 100$  時間、ジルコニアボールを使用したボールミルにより、陽イオン金属濃度が  $0.001$  重量% 以下である水を用いて湿式混合及び粉碎を行う。

【0048】 (6a) 更に、 $3 \sim 10$  重量% のバインダーを加えてから脱水し、その後公知の方法、例えばスプレードライ法等を用いて造粒し、造粒粉を得る。

【0049】 (7a) (6a) で得られた造粒粉を公知の例えば金型プレス法、冷間静水圧プレス法、押し出し成形法等により任意の形状に成形する。

【0050】 (8a) (7a) で得られた成形体を  $Si$  を実質的に含まないガス中で  $1400 \sim 1700^\circ C$  の温度で  $1 \sim 10$  時間焼成する。得られた誘電体磁器は、 $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) と  $MTiO_3$  ( $M$  は  $Ca$  および/または  $Sr$ ) との固溶体からなるペロブスカイト型結晶からなる。ここで、前記  $Si$  を実質的に含まな

いガスとは、前記ガスの Si 濃度が 100ppm 以下であることを示す。

【0051】本発明の製造方法により、誘電体磁器に含有される Si、Fe および Zr をそれぞれ上述した範囲で含有させることができ、これによって Q 値を向上させることができる。さらに、本発明の誘電体磁器の製造方法によって結晶粒界に Si を存在させることができ、さらに Q 値を向上させることができる。

【0052】本発明の誘電体磁器の製造方法において、Si、Fe および Zr の含有量がそれぞれ SiO<sub>2</sub> 換算で 0.001~0.02 重量%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 換算で 0.001~0.02 重量% および ZrO<sub>2</sub> 換算で 0.001~0.8 重量% 含有する希土類元素 (Ln) 酸化物、Al 酸化物、M (M は Ca および/または Sr) 酸化物、及び Ti 酸化物の少なくとも 2 種以上からなる原料を陽イオン金属濃度が 0.001 重量% 以下の水を用いて湿式粉碎する工程を用いるのは、Si、Zr および Fe を本発明の範囲内に制御するためである。

【0053】また、本発明の誘電体磁器の製造方法において、希土類元素 (Ln)、Al、M (M は Ca および/または Sr)、及び Ti のうち少なくとも 2 種以上を含む酸化物を固着させたこう鉢を用いて仮焼する工程を用いるのは、仮焼中にこう鉢に含有される不純物が仮焼粉に混入しない様にするためである。一般的に、仮焼に用いるこう鉢としてはムライト、ジルコニア、アルミナ、マグネシアなどのうち少なくとも 1 種以上からなるこう鉢を用いることが行われている。しかし、これらのこう鉢をそのまま用いると、前記こう鉢に含有される Si、Zr、Mg 等の不純物が仮焼粉に混入し、Q 値を低下させる原因となる。前記の混入を防止するためには、こう鉢の表面に希土類元素 (Ln)、Al、M (M は Ca および/または Sr)、及び Ti のうち少なくとも 2 種以上を含む酸化物を固着させ、こう鉢に含有される前記不純物が仮焼粉に混入しない様にする必要がある。こう鉢の表面に、希土類元素 (Ln)、Al、M (M は Ca および/または Sr)、及び Ti のうち少なくとも 2 種以上を含む酸化物を固着させるのは、希土類元素 (Ln)、Al、M (M は Ca および/または Sr)、及び Ti の酸化物うち 1 種ではこう鉢の表面に化学的に安定的に固着させることが困難であるからである。

【0054】また、本発明の誘電体磁器の製造方法において、成形前の原料粉体中に含まれる Fe および Fe 化合物を低減させる工程を用いることにより、Fe 量を制御することができる。前記 Fe および Fe 化合物を低減させるには、具体的には例えば成形前の原料を強い磁界中を通過させて、磁界により Fe および Fe 化合物を捕獲して除去する方法がある。しかし、この様な方法では Fe および Fe 化合物を 0.001 重量% 未満にすることは実質的に困難である。

【0055】また、Si を実質的に含まないガス中で焼

成する工程を用いるのは、焼成中に被焼成物へ Si が拡散することによって、誘電体磁器に含有される Si 量が増加することを抑制するためである。また、これにより結晶粒界に Si を含有させることができる。実質的に Si を含まないガス中で焼成するためには、焼成用治具、焼成炉内の断熱材等に Si を含まない物質を使用することが重要である。

【0056】更に、本発明の誘電体磁器は、さらに ZnO、NiO、SnO<sub>2</sub>、Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、LiCO<sub>3</sub>、Rb<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、CuO、MgCO<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、GeO<sub>2</sub>、Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等を添加しても良い。これらは、その添加成分にもよるが、ε<sub>r</sub> や共振周波数の温度係数 τ<sub>r</sub> の値の適正化などを目的として主成分 100 重量部に対して合計 5 重量部以下の割合で添加することができる。

【0057】また、本発明の誘電体磁器は、特に誘電体共振器の誘電体磁器として最も好適に用いられる。図 1 に、TE モード型の誘電体共振器の概略図を示した。図 1 の誘電体共振器は、金属ケース 1 内壁の相対する両側に入力端子 2 及び出力端子 3 を設け、これらの入出力端子 2、3 の間に上記誘電体磁器からなる誘電体磁器 4 を配置して構成される。このような TE モード型誘電体共振器は、入力端子 2 からマイクロ波が入力され、マイクロ波は誘電体磁器 4 と自由空間との境界の反射によって誘電体磁器 4 内に閉じこめられ、特定の周波数で共振を起こす。この信号が出力端子 3 と電磁界結合して出力される。

【0058】また、図示しないが、本発明の誘電体磁器を、TEM モードを用いた同軸型共振器やストリップ線路共振器、TM モードの誘電体磁器共振器、その他の共振器に適用して良いことは勿論である。更には、入力端子 2 及び出力端子 3 を誘電体磁器 4 に直接設けても誘電体共振器を構成できる。

【0059】上記誘電体磁器 4 は、本発明の誘電体磁器からなる所定形状の共振媒体であるが、その形状は直方体、立方体、板状体、円板、円柱、多角柱、その他共振が可能な立体形状であればよい。また、入力される高周波信号の周波数は 800MHz~500GHz 程度であり、共振周波数としては 2GHz~80GHz 程度が実用上好ましい。

【0060】尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更は何等差し支えない。

#### 【0061】

##### 【実施例】実施例 1

以下の (1b)~(5b) に示すように本発明の試料を作製した。

【0062】(1b) 出発原料として、Si、Zr および Fe をそれぞれ SiO<sub>2</sub> 換算で 0.001~0.02 重量%、ZrO<sub>2</sub> 換算で 0.001~0.8 重量% およ

び $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 換算で0.001~0.02重量%含有する  
 希土類元素酸化物 $\text{Ln}_2\text{O}_x$  (但し、 $3 \leq x \leq 4$ ) および  
 酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の各粉末を用いて、所望  
 の割合となるように秤量後、純水を加え、この混合原料  
 の平均粒径が $2.0 \mu\text{m}$ 以下となるまで1~100時  
 間、ジルコニアボールを使用したボールミルにより、陽  
 イオン金属濃度が0.001重量%以下である水を用い  
 て湿式混合及び粉碎を行った。

【0063】(2b) (1b) で得られた混合物を乾燥  
 後、希土類元素 $\text{Ln}$ とアルミニウムの複合酸化物をこう  
 鉢の内側表面に化学的に固着させたムライト製こう鉢を  
 用いて1100~1250℃で3時間仮焼し、 $\text{LnAlO}_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) を主結晶相とする仮焼物を得  
 た。

【0064】(3b)  $\text{Si}$ 、 $\text{Zr}$ および $\text{Fe}$ をそれぞれ  
 $\text{SiO}_2$ 換算で0.001~0.02重量%、 $\text{ZrO}_2$ 換  
 算で0.001~0.8重量%および $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 換算で  
 0.001~0.02重量%含有する炭酸カルシウム  
 ( $\text{CaCO}_3$ ) および炭酸ストロンチウム ( $\text{SrCO}_3$ )  
 および酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) の各粉末を用いて、所望  
 の割合となるように秤量後、純水を加え、この混合原料  
 の平均粒径が $2.0 \mu\text{m}$ 以下となるまで30時間、ジル  
 コニアボールを使用したボールミルにより、陽イオン金  
 属濃度が0.001重量%以下である水を用いて湿式混  
 合及び粉碎を行った。

【0065】(4b) (3b) で得られた混合物を乾燥  
 後、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Sr}$ 及び $\text{Ti}$ を含む複合酸化物をこう鉢の内  
 側表面に化学的に固着させたこう鉢を用いて1100~  
 1250℃で3時間仮焼し、 $\text{MTiO}_3$  ( $\text{M}$ は $\text{Ca}$ およ  
 び/または $\text{Sr}$ ) を主結晶相とする仮焼物を得た。

【0066】(5b) 得られた $\text{LnAlO}_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) を主結晶相とする仮焼物と、 $\text{MTiO}_3$  を主  
 結晶相とする仮焼物と、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ およ  
 び $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 換算とを表1に示す割合で混合し、この混合  
 原料の平均粒径が $2.0 \mu\text{m}$ 以下となるまで30時間、  
 ジルコニアボールを使用したボールミルにより、陽イ  
 オン金属濃度が0.001重量%以下である水を用いた湿  
 式混合及び粉碎を行った。

【0067】(6b) 更に、3~10重量%のバインダ  
 ーを加えてから脱水した後、スプレードライ法により造  
 粒し、造粒粉を得た。

【0068】(7b) (6b) で得られた造粒粉を、金  
 型プレス法により直径20mm、厚さ11mmの形状に  
 成形した。

【0069】(8b) (7b) で得られた成形体を $\text{Si}$   
 を実質的に含まないガス中で1500~1650℃の温  
 度で20時間焼成した。得られた誘電体磁器は、 $\text{LnAlO}_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) と $\text{MTiO}_3$  ( $\text{M}$ は $\text{Ca}$ およ  
 び/または $\text{Sr}$ ) との固溶体からなるペロブスカイト型  
 結晶から成っていた。また、得られた誘電体磁器に含

れる $\text{Si}$ 、 $\text{Fe}$ および $\text{Zr}$ 量をICP発光分光分析法に  
 より測定し、それぞれ $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ および $\text{ZrO}_2$   
 に換算した。

【0070】そして、得られた焼結体の円板部 (主面)  
 を平面研磨し、アセトン中で超音波洗浄し、150℃で  
 1時間乾燥した後、円柱共振器法により測定周波数3.  
 5~5.5GHzで比誘電率 $\epsilon_r$ 、 $Q$ 値、共振周波数の  
 温度係数 $\tau_f$ を測定した。 $Q$ 値は、マイクロ波誘電体  
 において一般に成立する( $Q$ 値) $\times$ (測定周波数 $f$ ) =

(一定) の関係から、1GHzでの $Q$ 値に換算した。共  
 振周波数の温度係数は、25℃の時の共振周波数を基準  
 にして、25~85℃の温度係数 $\tau_f$ を算出した。

【0071】また、焼結体をTechnoorg Linda製イオンシニング装置を用いて加工し、JEOL  
 社の透過型電子顕微鏡JEM2010FおよびNora  
 n Instruments社のEDS分析装置Voyager IVを用いて、結晶粒界に $\text{Si}$ が存在するかどうか  
 を確認した。

【0072】これらの結果を表1、2に示す。なお、表  
 1において例えば希土類元素の比率が0.2Y・0.8  
 Laの試料はYとLaのモル比が0.2:0.8である  
 こと、例えば希土類元素の比率がLaである試料は希土  
 類にLaを用いた試料であることを表す。また、表2に  
 において○印を付けた試料は結晶粒界に $\text{Si}$ が観察された  
 試料、×印を付けた試料は結晶粒界に $\text{Si}$ が観察されな  
 かった試料を示す。

【0073】表1、2から明らかなように、本発明の範  
 囲内の試料No. 1~48は、比誘電率 $\epsilon_r$ が30~4  
 8、1GHzに換算した時の $Q$ 値が43000以上、特  
 に $\epsilon_r$ が40以上の場合の $Q$ 値が46000以上と高  
 く、 $\tau_f$ が $\pm 30$  (ppm/℃) 以内の優れた誘電特性  
 が得られた。

【0074】一方、 $\text{Si}$ 、 $\text{Fe}$ および $\text{Zr}$ の含有量がそ  
 れぞれ $\text{SiO}_2$ 換算で0.001~0.02重量%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 換算で0.001~0.02重量%および $\text{ZrO}_2$ 換算で0.001~0.8重量%含有する希土類元素  
 ( $\text{Ln}$ ) 酸化物、 $\text{Al}$ 酸化物、 $\text{M}$  ( $\text{M}$ は $\text{Ca}$ および/ま  
 たは $\text{Sr}$ ) 酸化物、及び $\text{Ti}$ 酸化物の少なくとも2種以  
 上からなる原料を陽イオン金属濃度が0.001重量%  
 より多い水を用いて湿式粉碎する工程と、希土類元素酸  
 化物 $\text{Ln}_2\text{O}_x$  (但し、 $3 \leq x \leq 4$ ) および酸化アルミニ  
 ウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の混合粉碎粉をムライトこう鉢を用い  
 て仮焼する工程と、炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ )、炭  
 酸ストロンチウム ( $\text{SrCO}_3$ ) および酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) の混合粉碎粉をジルコニアこう鉢を用いて仮焼  
 する工程と、 $\text{Si}$ を含むガス中で焼成した工程とを含  
 み、かつ成形前の原料粉体中に含まれる $\text{Fe}$ および $\text{Fe}$   
 化合物を低減させなかった製造方法により作製した本発  
 明の範囲外の誘電体磁器 (試料No. 49~56) は $\epsilon_r$   
 が低かったり、 $Q$ 値が低かったり、 $\tau_f$ の絶対値が大き



かったりした。

【0075】

\*【表1】

\*

試料 No.	稀土類元素 の比率	CaOとSrO との比率		Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub> a	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> b	MO =CaO+SrO c	TiO <sub>2</sub> d	(b+d) (a+c)	MnO <sub>2</sub> (重量%)	WO <sub>3</sub> (重量%)	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (重量%)
		CaO	SrO								
1	0.2Y-0.8La	0.00	1.00	0.0800	0.0800	0.4400	0.4000	0.923	0.01	0.00	0.00
2	0.2Sm-0.8Nd	0.45	0.55	0.1240	0.1300	0.3730	0.3730	1.012	1.00	0.00	0.00
3	0.3La-0.7Sm	0.80	0.20	0.2140	0.2140	0.2860	0.2860	1.000	0.04	0.00	0.00
4	Nd	0.60	0.40	0.1250	0.1260	0.3300	0.4180	1.188	0.40	0.10	0.00
5	0.1La-0.7Nd	0.90	0.10	0.1250	0.1250	0.4170	0.3330	0.845	0.30	0.00	0.00
6	0.3La-0.7Nd	0.20	0.80	0.2090	0.2050	0.2860	0.3000	1.020	0.00	0.00	0.00
7	0.1Ce-0.9Sm	0.40	0.60	0.1539	0.1661	0.3900	0.3500	1.067	0.00	0.00	0.01
8	0.1Ce-0.9Nd	0.60	0.40	0.0560	0.0560	0.4580	0.4300	0.946	0.00	0.00	0.04
9	0.2Nd-0.8La	0.10	0.90	0.0900	0.0810	0.4934	0.3836	0.801	0.00	0.00	0.00
10	0.1Pr-0.9Nd	0.50	0.50	0.0941	0.1009	0.4600	0.3450	0.805	0.00	0.01	0.00
11	0.3Sm-0.3Nd	0.70	0.30	0.0770	0.0770	0.4300	0.4180	0.972	0.00	0.05	0.00
12	Sm	0.80	0.20	0.0700	0.0560	0.4240	0.4500	1.024	0.00	0.07	0.00
13	0.1Sm-0.9Nd	0.80	0.20	0.1320	0.1600	0.3270	0.3810	1.178	0.00	1.00	0.00
14	0.8Sm-0.4Nd	0.40	0.60	0.1071	0.1090	0.3539	0.4300	1.188	0.00	1.20	0.00
15	Eu	0.80	0.20	0.0800	0.0600	0.5000	0.3800	0.788	0.00	0.00	0.00
16	0.9Eu-0.1Nd	0.40	0.60	0.1400	0.1750	0.3950	0.3500	1.105	0.00	0.01	0.50
17	Gd	0.20	0.80	0.0500	0.0600	0.4105	0.4695	1.125	0.00	0.03	0.00
18	0.1Gd-0.9Nd	0.80	0.20	0.0780	0.0780	0.4220	0.4220	1.000	0.00	0.08	0.00
19	Dy	0.30	0.70	0.1188	0.1168	0.4267	0.3401	0.841	0.00	1.00	1.00
20	0.1Dy-0.9Nd	0.45	0.55	0.1098	0.1098	0.3902	0.3902	1.000	0.03	0.02	0.00
21	0.8Dy-0.2Nd	1.00	0.00	0.0780	0.0780	0.4810	0.3810	0.852	0.03	0.00	0.00
22	0.1Sm-0.9La	0.45	0.55	0.0881	0.0881	0.4118	0.4118	1.000	0.08	0.00	0.00
23	0.2Nd-0.8La	0.45	0.55	0.1072	0.1072	0.4378	0.3480	0.836	1.00	0.00	0.00
24	0.1Gd-0.9Eu	0.05	0.95	0.0884	0.0884	0.4100	0.4132	1.006	0.02	1.30	0.00
25	0.2Dy-0.8Eu	0.55	0.45	0.1700	0.1760	0.3270	0.3270	1.012	0.00	0.00	0.00
26	0.9Nd-0.1La	0.15	0.85	0.2130	0.2120	0.3440	0.2310	0.795	0.07	0.05	0.00
27	La	0.15	0.85	0.1000	0.1000	0.4000	0.4000	1.000	0.06	0.09	0.00
28	0.9Nd-0.1La	0.35	0.65	0.1200	0.1220	0.3750	0.3830	1.020	0.01	0.00	0.00
29	La	0	1	0.1810	0.1620	0.3390	0.3380	1.000	0.00	0.00	0.00
30	La	0	1	0.1305	0.1599	0.3546	0.3550	1.061	0.00	0.05	0.00
31	La	0	1	0.2101	0.1691	0.3456	0.2752	0.800	0.50	0.50	0.00
32	La	0	1	0.1388	0.1441	0.3765	0.2408	0.641	0.25	0.25	0.00
33	La	0	1	0.1710	0.2080	0.3458	0.2742	0.935	0.10	0.10	0.00
34	La	0	1	0.1058	0.1063	0.3930	0.3949	1.005	0.05	0.05	0.00
35	La	0	1	0.1798	0.1446	0.3040	0.3716	1.067	0.01	0.02	0.01
36	La	0	1	0.1448	0.1452	0.3959	0.3141	0.849	0.05	0.00	0.05
37	La	0.1	0.9	0.1188	0.1261	0.4090	0.3481	0.902	1.00	0.00	0.00
38	La	0	1	0.1208	0.1210	0.3780	0.3784	1.002	0.01	0.02	0.00
39	La	0	1	0.1279	0.1387	0.3596	0.3738	1.051	0.40	0.00	0.10
40	La	0	1	0.2108	0.1638	0.3039	0.3158	0.921	0.30	0.00	0.00
41	La	0.85	0.15	0.1404	0.1410	0.3582	0.3594	1.002	0.20	0.00	0.00
42	La	1	0	0.1705	0.2088	0.3162	0.3045	1.033	0.00	0.00	0.00
43	La	1	0	0.1071	0.1058	0.3506	0.4365	1.185	0.00	0.99	0.02
44	La	1	0	0.1127	0.1371	0.4123	0.3378	0.905	0.05	0.05	0.00
46	La	1	0	0.1510	0.1143	0.4185	0.3162	0.766	0.03	0.52	0.00
46	La	1	0	0.1329	0.1653	0.3120	0.3898	1.248	1.00	0.00	1.00
47	La	1	0	0.1899	0.1897	0.3102	0.3102	1.000	0.00	0.09	0.00
48	La	1	0	0.1301	0.1118	0.3981	0.3602	0.893	0.00	0.00	0.01
*49	Y	0.15	0.85	0.0800	0.0800	0.4200	0.4200	1.000	0.00	0.00	0.00
*50	0.7Yb-0.3Ce	0.00	1.00	0.2000	0.2100	0.2900	0.3000	1.041	0.00	0.00	0.00
*51	Nd	0.05	0.95	0.0880	0.0800	0.4850	0.3890	0.815	0.00	0.00	0.00
*52	0.2Dy-0.8Gd	0.50	0.50	0.2100	0.2000	0.2900	0.3000	1.000	0.00	0.00	0.00
*53	Ce	0.80	0.20	0.0730	0.0555	0.4900	0.3795	0.770	0.00	0.00	0.00
*54	0.7Pr-0.3Eu	1.00	0.00	0.1130	0.1260	0.4000	0.3610	0.948	0.00	0.00	0.00
*55	0.3Er-0.7La	0.90	0.10	0.0675	0.0675	0.3850	0.4800	1.210	0.00	0.00	0.00
*56	0.8Nd-0.2Y	1.00	0.00	0.1600	0.0900	0.3720	0.3780	0.880	0.00	0.00	0.00

\*を付けた試料番号は本発明の請求範囲外のものである。

【0076】

【表2】

試料 No.	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (重量%)	MnO <sub>2</sub> + WO <sub>3</sub> + Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (重量%)	SiO <sub>2</sub> (重量%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (重量%)	ZrO <sub>2</sub> (重量%)	結晶粒界 におけるS iの存在	誘電特性		
							εr	Q値	τf ppm/°C
1	0.01	0.02	0.015	0.018	0.009	×	45.9	48000	24.4
2	0.00	1.00	0.004	0.008	0.275	×	35.6	51000	-24.8
3	0.00	0.04	0.007	0.01	0.124	○	32.0	54000	1.9
4	0.00	0.50	0.007	0.002	0.394	×	40.7	48000	-15.3
5	0.00	0.30	0.01	0.001	0.182	○	39.0	53000	-12.9
6	0.01	0.01	0.008	0.007	0.042	○	33.2	62000	-24.5
7	0.02	0.03	0.006	0.007	0.352	×	39.7	47000	-0.5
8	0.00	0.04	0.003	0.004	0.064	×	43.9	49000	11.0
9	0.00	0.00	0.013	0.013	0.041	○	39.8	47000	28.9
10	0.01	0.02	0.002	0.003	0.159	×	38.3	47000	26.3
11	0.00	0.05	0.017	0.015	0.047	×	47.5	50000	26.9
12	0.00	0.07	0.005	0.006	0.084	×	48.2	52000	19.6
13	0.00	1.00	0.003	0.005	0.123	○	45.9	55000	-4.2
14	0.00	1.20	0.019	0.018	0.005	○	39.5	43000	10.3
15	0.00	0.00	0.018	0.02	0.059	×	36.8	43000	15.3
16	0.00	0.51	0.006	0.009	0.029	○	36.3	49000	-13.2
17	0.05	0.08	0.018	0.018	0.008	×	35.3	43000	17.7
18	1.50	1.58	0.005	0.007	0.032	○	43.2	57000	19.5
19	0.00	2.00	0.001	0.004	0.347	○	41.8	62000	1.0
20	0.50	0.55	0.007	0.002	0.268	○	40.3	59000	1.9
21	0.00	0.03	0.003	0.005	0.277	○	34.8	55000	2.5
22	0.20	0.29	0.002	0.006	0.242	○	43.9	50000	25.3
23	0.01	1.01	0.009	0.005	0.349	○	43.1	55000	3.7
24	0.00	1.32	0.018	0.012	0.01	×	40.0	46000	19.8
25	0.00	0.00	0.02	0.019	0.077	○	39.5	45000	-2.3
26	0.00	0.12	0.005	0.008	0.085	○	32.7	61000	27.3
27	0.70	0.85	0.016	0.016	0.011	○	44.8	49000	1.0
28	0.00	0.01	0.008	0.003	0.084	○	44.7	50000	-3.2
29	0.01	0.01	0.007	0.006	0.173	○	37.9	49000	-10.0
30	0.00	0.05	0.006	0.003	0.227	○	39.3	51000	5.6
31	0.00	1.00	0.003	0.008	0.354	○	32.6	57000	-24.8
32	0.00	0.50	0.004	0.002	0.026	×	39.0	60000	3.2
33	0.00	0.20	0.01	0.001	0.173	×	34.8	62000	-19.9
34	0.00	0.10	0.001	0.009	0.073	×	46.6	52000	27.6
35	0.00	0.02	0.009	0.001	0.318	×	38.9	59000	-2.9
36	0.00	0.10	0.001	0.002	0.095	×	34.0	47000	-6.3
37	0.01	1.01	0.003	0.006	0.182	×	38.7	58000	20.6
38	0.00	0.03	0.004	0.008	0.314	○	45.9	61000	16.7
39	0.00	0.50	0.004	0.006	0.011	○	44.7	52000	11.9
40	0.10	0.40	0.014	0.018	0.045	○	37.0	51000	-18.1
41	0.00	0.20	0.007	0.008	0.015	×	40.3	71000	2.0
42	0.01	0.01	0.02	0.02	0.800	○	31.8	43000	-15.5
43	0.01	1.02	0.008	0.004	0.053	×	42.7	49000	27.6
44	2.80	3.00	0.005	0.009	0.253	×	35.9	51000	17.7
45	0.00	0.55	0.008	0.002	0.052	×	33.6	62000	3.9
46	0.00	2.00	0.006	0.002	0.019	×	32.8	52000	2.5
47	0.00	0.03	0.002	0.003	0.063	○	30.4	82000	-23.2
48	0.00	0.01	0.017	0.02	0.042	○	32.8	43000	11.8
*49	0.00	0.00	0.034	0.042	1.63	×	35.7	15000	33.4
*50	0.00	0.00	0.045	0.025	1.73	×	39.9	9000	-37.0
*51	0.00	0.00	0.052	0.053	1.01	×	28.5	14000	-33.6
*52	0.00	0.00	0.025	0.062	0.96	×	38.2	1E+03	-40.0
*53	0.00	0.00	0.032	0.073	1.34	×	33.0	11000	41.5
*54	0.00	0.00	0.053	0.035	2.72	×	31.5	10000	-36.1
*55	0.00	0.00	0.062	0.037	1.93	×	34.1	16000	38.7
*56	0.00	0.00	0.038	0.053	1.33	×	37.2	15000	7.3

\*を付けた試料番号は本発明の請求範囲外のものである。

#### 【0077】

【発明の効果】本発明において、金属元素として少なくとも希土類元素（Ln）、Al、M（MはCaおよび／またはSr）、及びTiを含有する酸化物を主成分とする多結晶体からなり、Si、FeおよびZrを所定量含有することにより、高周波領域において高い比誘電率 $\epsilon_r$ 及び高いQ値を得ることができる。これにより、マイクロ波やミリ波領域において使用される共振器用材料やMIC用誘電体基板材料、誘電体導波路、誘電体アンテナ

40 ナ、その他の各種電子部品等に適用することができる。

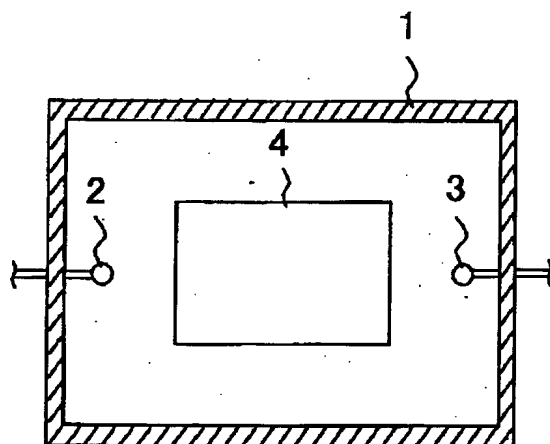
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘電体共振器を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1：金属ケース
- 2：入力端子
- 3：出力端子
- 4：誘電体磁器

【図 1】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G031 AA04 AA05 AA11 AA12 AA14  
AA15 AA18 AA19 AA21 AA29  
AA30 BA09  
5G303 AA02 AB06 AB08 AB10 BA12  
CA01 CB01 CB06 CB08 CB13  
CB15 CB18 CB21 CB22 CB26  
CB30 CB32 CB35 CB37 CB39  
DA04 DA05  
5J006 HC07 HC12